

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»
Кафедра «Сварочное производство»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Разработка системы управления сварочным током при механизированной сварке в защитном газе

УДК 621.791.754-5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А42	Садыров Р.К.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Краппит М.А.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Нестерук Д.Н.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

И.о. зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

Юрга – 2018 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.

P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и техно-логическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метро-логическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на пред-приятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 10А42:

Р.К. Садыров

Руководитель ВКР:

М.А. Крампит

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Юргинский технологический институт
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»
 Кафедра «Сварочное производство»

УТВЕРЖДАЮ:
 И.о. зав. кафедрой
Д.П. Ильященко
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломный проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
10А42	Садыров Русиль Канатович

Тема работы:

Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	25.01.2018 г. № 7/с
--	---------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Проектирование устройства. 4. Результаты исследований. 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 6. Социальная ответственность.

Перечень графического материала	
Титульный лист	Демонстрационный лист
Актуальность	Демонстрационный лист
Цель и задачи исследования	Демонстрационный лист
Устройства регулировки тока	Демонстрационный лист
Разработка	Демонстрационный лист
Конструкция механизма	Демонстрационный лист
Горелка	Демонстрационный лист
Методика проведения эксперимента	Демонстрационный лист
Результаты эксперимента	Демонстрационный лист
Выводы	Демонстрационный лист

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крампит М.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Д.Н.
Социальная ответственность	Солодский С.А.

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.02.2018
---	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Крампит М.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A42	Садыров Р.К.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2017 – 2018 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
на выполнение выпускной квалификационной работы**

Срока сдачи студентом готовой работы	
--------------------------------------	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
22.03.2018	Обзор литературы	20
14.04.2018	Объекты и методы исследования	20
20.04.2018	Проектирование устройства	20
07.05.2018	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
28.05.2018	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Крампит М.А.			

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

Юрга – 2018г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
10А42	Садыров Р.К.

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:
<i>Оценка стоимости производства по базовому технологическому процессу участка сборки-сварки котла-вагона цистерны</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:
1. <i>Капитальных вложений в здание</i>
2. <i>Капитальных вложений на сварочное оборудование</i>
3. <i>Капитальных вложений на сборочно-сварочное приспособление и оснастку</i>
4. <i>Затрат на сварочное оборудование</i>
5. <i>Затраты на металл идущий на изготовление изделия</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Нестерук Д.Н.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А42	Садыров Р.К.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А42	Садыров Р.К.

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:	Вредные и опасные производственные факторы, возникающие на участке сборки сварки основания.
Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.
3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.).
4. Охрана окружающей среды:	Вредные выбросы в атмосферу.
5. Защита в чрезвычайных ситуациях:	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте. Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Проектирование системы или устройств, улучшающих условия труда.
Перечень графического материала	
При необходимости представить эскизные	Система вентиляции участка.

<i>графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой БЖД и ФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А42	Садыров Р.К.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 76 листов, 30 рисунков, 2 таблицы, 37 источников.

Ключевые слова: регулировка тока, плавное регулирование, дистанционная регулировка, датчик давления, сервопривод, механизированная сварка.

Объектом исследования является плавная дистанционная регулировка силы сварочного тока.

Цель работы: Разработка универсального регулятора сварочного тока с горелки.

Задачи:

- 1) Рассмотреть предложенные на рынке решения и определить их недостатки;
- 2) Спроектировать устройство, решающее данные недостатки;
- 3) Провести экспериментальные исследования.

В процессе работы рассмотрены и проанализированы имеющиеся устройства регулирования тока при сварке, так же рассмотрены исполнительные механизмы и элементы. В результате проведенной работы спроектировано устройство для дистанционной регулировки тока, и проведены экспериментальные исследования.

Работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и КОМПАС-3D V16 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Abstract

The final qualifying work contains 76 sheets, 30 drawings, 2 tables, 37 sources.

Key words: current regulation, smooth control, remote adjustment, pressure sensor, servo, mechanized welding.

The object of the study is a smooth remote adjustment of the welding current.

Purpose of work: Development of a universal regulator of welding current from a burner.

Tasks:

- 1) Review the solutions proposed on the market and determine their shortcomings;
- 2) Design a device that addresses these shortcomings;
- 3) Carry out experimental studies.

In the process of work, current control devices for welding are considered and analyzed, actuators and elements are also considered. As a result of the work carried out, a device for remote current adjustment was designed, and experimental studies were carried out.

The work is executed in the text editor Microsoft Word 2016 and KOMPAS-3D V16 and is presented on a disk (in an envelope on the back cover).

Определения, обозначения, сокращения

TIG (Tungsten Inert Gas) - ручная сварка неплавящимися вольфрамовыми электродами в среде защитного газа - аргона.

Пульт ДУ – Пульт дистанционного управления.

СНиП - Строительные нормы и правила.

ЧС - Чрезвычайная ситуация.

Оглавление

Введение	16
1 Обзор литературы	17
1.1 Устройства регулирования силы сварочного тока	17
1.2 Педали управления для аппаратов TIG сварки	17
1.3 Пульты управления сварочным током	19
1.4 Горелки с возможностью управления током	21
1.4.1 Горелка ESAB TXH™ remote torches	21
1.4.2 Горелка Lorch i-Torch-Powermaster	22
2. Объект и методы исследования	24
3. Проектирование устройства	26
3.1 Исполнительные механизмы	26
3.1.1 Сервопривод	26
3.1.2 Характеристики сервоприводов	29
3.2 Шаговые двигатели	33
3.3 Связь элементов управления	34
3.3.1 Проводной интерфейс	34
3.3.2 Беспроводные интерфейсы	35
3.4 Датчики давления	39
3.4.1 Критерии подбора датчика	39
3.4.2 Диапазон давлений	40
3.4.3 Методы измерения давления	40
3.4.4 Упругая деформация	41
3.4.5 Электрические методы	41
3.4.6 Типы датчиков	41
3.4.7 Электрические датчики	42
3.4.8 Емкостные датчики	42

3.4.9 Индуктивный датчик давления	43
3.4.10 Пьезоэлектрические датчики	45
3.4.11 Потенциометрические датчики	46
3.4.12 Тензометрический датчик	47
3.4.13 Виброэлемент	48
3.4.14 Резистор давления	49
3.4.15 Резистор изгиба	50
3.5 Конструкция механизма для регулировки	52
3.6 Сварочная горелка для полуавтоматической сварки	53
4. Результаты исследований	55
4.1 Методика проведения эксперимента	55
4.2 Результаты эксперимента	56
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	58
6. Социальная ответственность	64
6.1 Описание рабочего места	64
6.2 Анализ выявленных вредных факторов	64
6.2.1 Обеспечение требуемого освещения в лаборатории	64
6.2.2 Ультрафиолетовое излучение. Параметры микроклимата	66
6.2.3 Повышенное содержание газов, паров и пыли	67
6.2.4 Шум	67
6.3 Анализ выявленных опасных факторов	68
6.3.1 Разработка методов защиты от опасных факторов	68
6.4 Охрана окружающей среды	69
6.5 Защита в чрезвычайной ситуации	70
6.6 Заключение по разделу	71
Заключение	72
Список литературы	74
Диск CD-R	В конверте на

	обложке
Графический материал	На отдельных листах
Титульный лист	Демонстрационный лист
Актуальность	Демонстрационный лист
Цель и задачи исследования	Демонстрационный лист
Устройства регулировки тока	Демонстрационный лист
Разработка	Демонстрационный лист
Конструкция механизма	Демонстрационный лист
Горелка	Демонстрационный лист
Методика проведения эксперимента	Демонстрационный лист
Результаты эксперимента	Демонстрационный лист
Выводы	Демонстрационный лист

Введение

Сварочное производство, как и другие технологии, придуманные человеком, не стоят на месте. Прогресс не умолим, если еще вчера сварочными работами занимались обычные люди, то сегодня сваривать умеют и умные машины, которые делают этот процесс намного быстрее. Если раньше сваривать можно было лишь небольшие поверхности, так как сила тока и технология сваривания не позволяла большего, то теперь благодаря механизации возможностей сваривания деталей стало намного больше.

Дуговая сварка в защитных газах занимает ведущее место при производстве сварных конструкций, поэтому многие исследователи работают в этой области над повышением качества сварных соединений, уделяя особое внимание вопросам управления процессом сварки. Регулировка тока при сварке достаточно распространённый вопрос. Регулирование силы сварочного тока при дуговой сварке обычно осуществляется с помощью самого источника питания [1].

1. Обзор литературы

1.1 Устройства регулирования силы сварочного тока

Существуют различные способы регулировки сварочного тока, но, самое широкое распространение в народе получил очень простой и надежный способ регулировки тока - с помощью включенного на выходе вторичной обмотки балластного сопротивления. Сейчас же подобные операции упрощены путем вывода регулятора тока на панель аппарата. Так же существуют дистанционные способы регулировки сварочного тока.

На рынке представлены устройства для дистанционного регулирования сварочного тока, для аргонодуговой сварки.

Их можно разделить на три категории: педали, пульта и горелки со встроенным регулятором тока.

1.2 Педали управления для аппаратов TIG сварки

Педали управления для аппаратов TIG сварки предназначены для дистанционного управления процессом аргонодуговой сварки: включения и выключения сварочного тока. В процессе работы, сварщик, изменяя силу нажатия на педаль, может увеличивать или уменьшать ток в заданном ранее диапазоне.

Очевидные преимущества использования педали дистанционного управления:

- возможность дистанционной плавной регулировки тока при помощи нажатия ногой на педаль;

- возможность включения и выключения установки при помощи нажатия ногой на педаль;

- исключает лишнюю дрожь руки от нажима кнопки горелки;

- повышает точность выдержки расстояния между свариваемой поверхностью и электродом;

- комфортное управление процессом сварки;

- позволяет увеличить производительность;

Так же рассмотрим преимущества беспроводных педалей:

- повышает производительность и маневренность благодаря беспроводному подключению, так же экономит время;

- повышает безопасность, отсутствием кабеля снижает опасность вылета коннектора из разъема;

- повышает надежность, т.к. исключена возможность повреждения кабеля.



Рисунок 1 Виды педалей управления сварочным током [2].

1.3 Пульты управления сварочным током

Пульт дистанционного управления сварочным током, размещается непосредственно на горелке для ручной аргонодуговой сварки и управляется пальцем.

Такие пульта «пальцевого» управления (на зарубежных ресурсах могут называться как (FingertipAmperageRemoteControl) производятся под конкретные модели сварочных аппаратов и не имеют унифицированных разъемов для подключения.

Конструкция пульта ДУ такова, что его можно разместить как на нижней части горелки, так и на верхней. Закрепить можно просто перематывая изолентой или пластиковым хомутом. Его эргономичность повышает комфорт при работе. Размер пульта обычно небольшой и не вызывает каких-либо неудобств при манипулировании горелкой.

Процесс выглядит так: на сварочном аппарате выставляем максимальный нужный нам сварочный ток; занимаем рабочее положение; поворотом колесика на пульте сначала включается подача аргона для продувки магистралей, затем осциллятор возбуждает дугу; ведем процесс сварки, при необходимости регулируя ток; в конце шва завариваем кратер, уменьшая сварочный ток поворотом того же колесика; сварочная дуга гаснет, но обдув защитным газом закристаллизовавшегося металла продолжаем; оцениваем качество сварного шва.

Преимущества пультов дистанционного управления:

- улучшение качества сварки;
- повышение производительности работ;
- снижение нагрузки на сварщика (уменьшается необходимость перемещения между деталью и источником питания);
- улучшение условий безопасности труда (за счет уменьшения переходов до источника и минимизации вероятного падения).

Так же рассмотрим преимущества беспроводных пультов дистанционного управления:

- улучшает качество сварки. Оператор может легко настроить аппарат для оптимизации параметров и конфигурации соединений, для разных видов электродов и проволок;
- повышает безопасность, отсутствием кабеля снижает опасность вылета коннектора из разъема;
- сокращает время обслуживания и стоимость;
- повышает надежность исключая повреждение кабеля;
- повышает производительность за счет настройки параметров на расстоянии, без возврата к аппарату.



Рисунок 2 Виды пультов управления сварочным током [2].

1.4 Горелки с возможностью управления током.

1.4.1 Горелка ESAB TXH™ remote torches

Горелки серии TXH с дистанционным управлением позволяют с помощью двух кнопок (+ и -), расположенных на горелке, регулировать сварочный ток во время сварки и паузах между сваркой. Горелки серии TXH с дистанционным управлением с помощью переходника могут подсоединяться ко всем машинам с управлением ESAB CAN-bus.

Все медные компоненты позволяют поддерживать температуры, необходимые для работы охладителя, а также максимально допустимый ток

Система рукояток эргономичной конструкции со встроенными вдвоенными мягкими захватами позволяют удерживать рукоятку на месте при минимальном давлении на захват

Шарнирное соединение – Улучшенная маневренность при позиционировании газовой горелки достигается за счет сочетания шарнирных соединений и участка, покрытого мягкой кожей, которая закрывает первые 700 мм газовой горелки непосредственно под рукояткой

Эффективное охлаждение

Размещение куркового переключателя удобно для пальцев, находящихся в нейтральном положении



Рисунок 3 Горелка ESAB TXH™ remote torches [3].

1.4.2 Горелка Lorch i-Torch-Powermaster

Горелка i-Torch-Powermaster от компании Lorch – это революционный шаг с точки зрения возможностей дистанционного управления горелкой при сварке TIG. Этим шагом специалисты по сварке и инженеры компании Lorch в очередной раз продемонстрировали свой конструкторский талант, творчески переосмыслив концепцию горелки с удаленным управлением, дополнив ее полноцифровой шинной линией передачи данных и оптимизировав ее эргономию. Запатентованная концепция управления горелкой улучшает процесс сварки и обеспечивает максимальную производительность при работе.

Все горелки i-Torch можно использовать и на аппаратах Lorch с ITC-Inside (Intelligent Torch Control). Преимущество технологии ITC: если случится так, что у Вас под рукой не окажется i-Torch, то это не проблема – аппарат может продолжать работу и с обычными горелками.

Каждая горелка i-Torch серийно оснащается системой HeatProtect. Датчик температуры обеспечивает термическую защиту, предотвращая высококачественную управляющую электронику от перегрева.

Благодаря TorchProtect (по желанию можно активировать в аппарате) происходит автоматическое распознавание подключенной горелки i-Torch, а ток предоставляется в виде максимально допустимого тока для горелки во избежание ее перегрузки.



Рисунок 4 Горелка Lorch i-Torch-Powermaster. [4]

2. Объект и методы исследования

Цель и задачи исследования

Цель исследования: разработка универсального регулятора сварочного тока с горелки.

Задачи:

1. Спроектировать устройство;
2. Определить эффективность данного устройства;
3. Оценить производительность сварки с применением устройства.

В российской практике рассмотренные выше устройства почему-то находят редкое применение, так как в России это направление пока на стадии развития.

Основными недостатками рассмотренных устройств являются:

- их не универсальность
- ограниченная применимость

Задача дистанционного регулирования сварочного тока на значительных расстояниях от места сварки до сварочного источника питания, полезна для полевых условий и работ в труднодоступных местах.

Это особенно отчетливо проявляется при переходах с одного режима сварки на другой

Так же при работе на высоте не всегда удобно управлять некоторыми устройствами.

Так же при работе на высоте не всегда удобно управлять некоторыми из рассмотренных устройств, например педаль, так как не всегда найдется место для ее установки, или выносного пульта под вторую руку.

Поэтому актуальной задачей является разработка системы регулирования тока при механизированной сварке в защитном газе.

Текущая разработка заключается в проектировании механизма для воздействия на регулятор тока в аппаратах, и выносного элемента управления данным механизмом.

Устройство будет состоять из конструкции, которая будет крепиться на аппарат, установленного на ней сервопривода и элемента управления (кнопки и датчика) расположенного на рукояти горелки.

3. Проектирование устройства

3.1 Исполнительные механизмы

3.1.1 Сервопривод

Под сервоприводом чаще всего понимают механизм с электромотором, который может повернуться в заданный угол и удерживать это положение. Однако, это не совсем полное определение.

Сервопривод — это привод с управлением через отрицательную обратную связь, позволяющую точно управлять параметрами движения. Сервоприводом является любой тип механического привода, имеющий в составе датчик (положения, скорости, усилия и т.п.) и блок управления приводом, автоматически поддерживающий необходимые параметры на датчике и устройстве согласно заданному внешнему значению.

1. Сервопривод получает на вход значение управляющего параметра. Например, угол поворота
2. Блок управления сравнивает это значение со значением на своём датчике
3. На основе результата сравнения привод производит некоторое действие, например: поворот, ускорение или замедление так, чтобы значение с внутреннего датчика стало как можно ближе к значению внешнего управляющего параметра

Наиболее распространены сервоприводы, которые удерживают заданный угол и сервоприводы, поддерживающие заданную скорость вращения [5].

Сервоприводы имеют несколько составных частей.

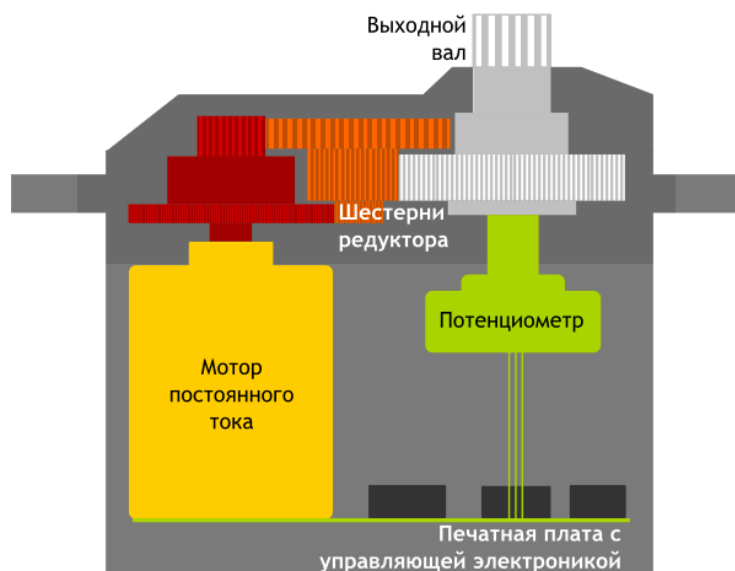


Рисунок 5 Устройство сервопривода.

Привод — электромотор с редуктором. Чтобы преобразовать электричество в механический поворот, необходим электромотор. Однако зачастую скорость вращения мотора бывает слишком большой для практического использования. Для понижения скорости используется редуктор: механизм из шестерней, передающий и преобразующий крутящий момент.

Включая и выключая электромотор, можно вращать выходной вал — конечную шестерню сервопривода, к которой можно прикрепить нечто, чем мы хотим управлять. Однако, для того чтобы положение контролировалось устройством, необходим датчик обратной связи — энкодер, который будет преобразовывать угол поворота обратно в электрический сигнал. Для этого часто используется потенциометр. При повороте бегунка потенциометра происходит изменение его сопротивления, пропорциональное углу поворота. Таким образом, с его помощью можно установить текущее положение механизма.

Кроме электромотора, редуктора и потенциометра в сервоприводе имеется электронная начинка, которая отвечает за приём внешнего параметра, считывание значений с потенциометра, их сравнение и

включение/выключение мотора. Она-то и отвечает за поддержание отрицательной обратной связи.

К сервоприводу тянется три провода. Два из них отвечают за питание мотора, третий доставляет управляющий сигнал, который используется для выставления положения устройства [6].

Управление сервоприводом. Интерфейс управляющих сигналов

Чтобы указать сервоприводу желаемое положение, по предназначенному для этого проводу необходимо посылать управляющий сигнал. Управляющий сигнал — импульсы постоянной частоты и переменной ширины [7].

То, какое положение должен занять сервопривод, зависит от длины импульсов. Когда сигнал поступает в управляющую схему, имеющийся в ней генератор импульсов производит свой импульс, длительность которого определяется через потенциометр. Другая часть схемы сравнивает длительность двух импульсов. Если длительность разная, включается электромотор. Направление вращения определяется тем, какой из импульсов короче. Если длины импульсов равны, электромотор останавливается.

Чаще всего в сервоприводах импульсы производятся с частотой 50 Гц. Это значит, что импульс испускается и принимается раз в 20 мс. Обычно при этом длительность импульса в 1520 мкс означает, что сервопривод должен занять среднее положение. Увеличение или уменьшение длины импульса заставит сервопривод повернуться по часовой или против часовой стрелки соответственно. При этом существуют верхняя и нижняя границы длительности импульса. В библиотеке Servo для Arduino по умолчанию выставлены следующие значения длин импульса: 544 мкс — для 0° и 2400 мкс — для 180° [5].

3.1.2 Характеристики сервоприводов

Крутящий момент и скорость поворота

Момент силы, или крутящий момент — векторная физическая величина, равная произведению радиус-вектора, проведенного от оси вращения к точке приложения силы, на вектор этой силы. Характеризует вращательное действие силы на твёрдое тело.

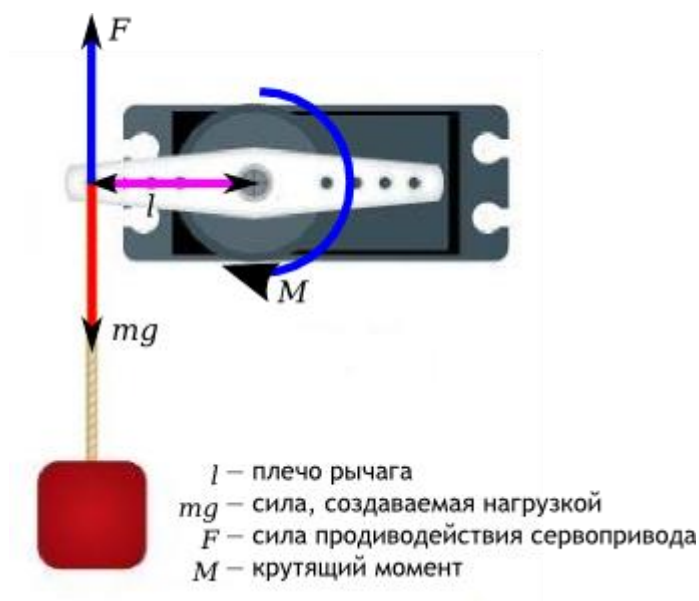


Рисунок 6 Крутящий момент сервопривода.

Эта характеристика показывает, насколько тяжёлый груз сервопривод способен удержать в покое на рычаге заданной длины. Если крутящий момент сервопривода равен $5 \text{ кг} \times \text{см}$, то это значит, что сервопривод удержит на весу в горизонтальном положении рычаг длины 1 см, на свободный конец которого подвесили 5 кг. Или, что эквивалентно, рычаг длины 5 см, к которому подвесили 1 кг.

Скорость сервопривода измеряется интервалом времени, который требуется рычагу сервопривода, чтобы повернуться на 60° . Характеристика $0,1 \text{ с}/60^\circ$ означает, что сервопривод поворачивается на 60° за 0,1 с. Из неё несложно вычислить скорость в более привычной величине, оборотах в

минуту, но так сложилось, что при описании сервоприводов чаще всего используют такую единицу.

Стоит отметить, что иногда приходится искать компромисс между этими двумя характеристиками, так как если мы хотим надёжный, выдерживающий большой вес сервопривод, то мы должны быть готовы, что эта могучая установка будет медленно поворачиваться. А если мы хотим очень быстрый привод, то его будет относительно легко вывести из положения равновесия. При использовании одного и того же мотора баланс определяет конфигурация шестерней в редукторе [8].

Форм-фактор

Сервоприводы различаются по размерам. И хотя официальной классификации не существует, производители давно придерживаются нескольких размеров с общепринятым расположением крепёжных элементов. Их можно разделить на:

- маленькие
- стандартные
- большие

Таблица 3.1 - Вес и габаритные размеры сервоприводов.

	Вес	Линейные размеры
маленькие	8-25 г	22×15×25 мм
стандартные	40-80 г	40×20×37 мм
большие	50-90 г	49×25×40 мм

Бывают ещё так называемые сервоприводы «специального вида» с габаритами, не попадающими в данную классификацию, однако процент таких сервоприводов весьма мал [9].

Внутренний интерфейс

Сервоприводы бывают аналоговые и цифровые. Внешне они ничем не отличаются: электромоторы, редукторы, потенциометры у них одинаковые, различаются они лишь внутренней управляющей электроникой. Вместо специальной микросхемы аналогового сервопривода у цифрового собрата можно заметить на плате микропроцессор, который принимает импульсы, анализирует их и управляет мотором. Таким образом, в физическом исполнении отличие лишь в способе обработки импульсов и управлении мотором.

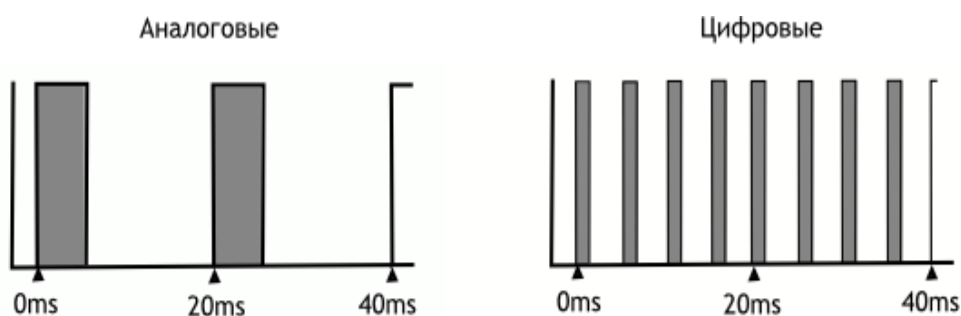


Рисунок 7 Интерфейсы сервоприводов.

Оба типа сервопривода принимают одинаковые управляющие импульсы. После этого аналоговый сервопривод принимает решение, надо ли изменять положение, и в случае необходимости посылает сигнал на мотор. Происходит это обычно с частотой 50 Гц. Таким образом получаем 20 мс — минимальное время реакции. В это время любое внешнее воздействие способно изменить положение сервопривода. Но это не единственная проблема. В состоянии покоя на электромотор не подаётся напряжение, в случае небольшого отклонения от равновесия на электромотор подаётся короткий сигнал малой мощности. Чем больше отклонение, тем мощнее сигнал. Таким образом, при малых отклонениях сервопривод не сможет быстро вращать мотор или развивать большой момент. Образуются «мёртвые зоны» по времени и расстоянию.

Эти проблемы можно решать за счёт увеличения частоты приёма, обработки сигнала и управления электромотором. Цифровые сервоприводы

используют специальный процессор, который получает управляющие импульсы, обрабатывает их и посылает сигналы на мотор с частотой 200 Гц и более. Получается, что цифровой сервопривод способен быстрее реагировать на внешние воздействия, быстрее развивать необходимые скорость и крутящий момент, а значит, лучше удерживать заданную позицию, что хорошо. Конечно, при этом он потребляет больше электроэнергии. Также цифровые сервоприводы сложнее в производстве, а потому стоят заметно дороже. Собственно, эти два недостатка — все минусы, которые есть у цифровых сервоприводов. В техническом плане они безоговорочно побеждают аналоговые сервоприводы [10].

Материалы шестерней

Шестерни для сервоприводов бывают из разных материалов: пластиковые, карбоновые, металлические. Все они широко используются, выбор зависит от конкретной задачи и от того, какие характеристики требуются в установке.

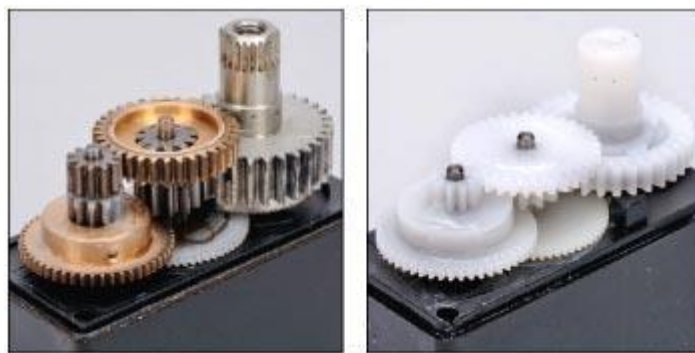


Рисунок 8 Материалы шестерней сервоприводов.

Пластиковые, чаще всего нейлоновые, шестерни очень лёгкие, не подвержены износу, более всего распространены в сервоприводах. Они не выдерживают больших нагрузок, однако если нагрузки предполагаются небольшие, то нейлоновые шестерни — лучший выбор.

Карбоновые шестерни более долговечны, практически не изнашиваются, в несколько раз прочнее нейлоновых. Основной недостаток — дороговизна.

Металлические шестерни являются самыми тяжёлыми, однако они выдерживают максимальные нагрузки. Достаточно быстро изнашиваются, так что придётся менять шестерни практически каждый сезон. Шестерни из титана — фавориты среди металлических шестерней, причём как по техническим характеристикам, так и по цене. К сожалению, они обойдутся вам достаточно дорого [11].

3.2 Шаговые двигатели

Шаговый двигатель - преобразует электрическую энергию в механическую. Основное отличие между ним и всеми остальными типами двигателей состоит в способе, благодаря которому происходит вращение. В отличие от других моторов, шаговые двигатели вращаются НЕ непрерывно! Вместо этого, они вращаются шагами (отсюда и их название). Каждый шаг представляет собой часть полного оборота. Эта часть зависит, в основном, от механического устройства мотора и от выбранного способа управления им. Шаговые двигатели также различаются способами питания. В отличие от двигателей переменного или постоянного тока, обычно они управляются импульсами. Каждый импульс преобразуется в градус, на который происходит вращение. Например, 1.8° шаговый двигатель, поворачивает свой вал на 1.8° при каждом поступающем импульсе. Часто, из-за этой характеристики, шаговые двигатели еще называют цифровыми. Двигатель имеет стандартный в промышленности размер фланца 42 мм, известный как типоразмер Nema 17. Такие двигатели часто используются для создания координатных станков с ЧПУ, 3D-принтеров и других механизмов, где необходимо точное позиционирование.

Для крепления колёс, шкивов и других элементов на валу мотора удобно использовать специальную втулку-переходник.

Рекомендованное напряжение питания мотора — 12 В. При этом ток через обмотки составит 400 мА. Если в вашем устройстве сложно получить указанный режим питания, вы можете вращать мотор и с помощью меньшего напряжения. В этом случае соответственно снизится потребляемый ток и крутящий момент [12].

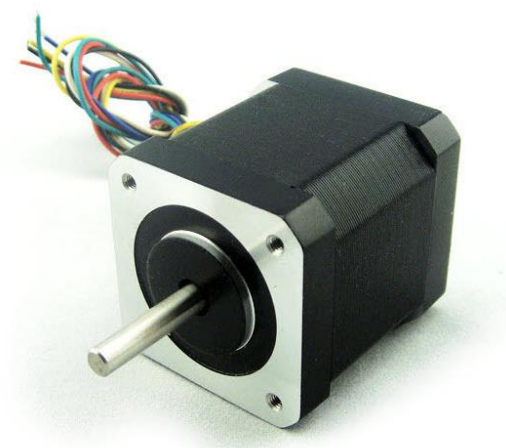


Рисунок 9 Шаговый двигатель.

3.3 Связь элементов управления

3.3.1 Проводной интерфейс

Связь датчика на горелке с приводом расположенном на конструкции, которая закреплена на корпусе источника питания осуществляется посредством проводного интерфейса.

К достоинствам проводного интерфейса можно отнести:

- высокую скорость передачи сигналов
- отсутствие помех
- низкую стоимость
- стабильность работы

А к недостаткам:

- возможность подключения 1 устройства к 1 проводу
- ограничение расстояния.

На текущий момент представляется возможным связать эти элементы беспроводным интерфейсом.

Беспроводной интерфейс позволяет подключать устройства по радиоканалу там, где прокладка традиционной кабельной системы невозможна, нежелательна или экономически нецелесообразна: например, в труднодоступных местах.

Преимуществами беспроводного подключения являются:

- отсутствие проводов
- простота настройки и установки
- возможность подключать одновременно несколько устройств

Недостатки:

- высокая стоимость
- возможны помехи
- малая скорость передачи сигналов

3.3.2 Беспроводные интерфейсы

Bluetooth HC-05

Этот модуль поддерживает режимы slave и master, то есть способен выступать не только ведомым, но и ведущим устройством в системе.

Можно сеть устройств, связанных по Bluetooth и контролировать их через модуль HC-05: опрашивать датчики, посылать команды, управлять без какого-либо дополнительного софта. Ведомым устройством может выступать любой Bluetooth-модуль.

Характеристики

- Напряжение питания: 3,3–5 В
- Потребляемый ток: 50 мА

- Радиус действия: до 10 метров
- Габариты: 50,8×25,4 мм

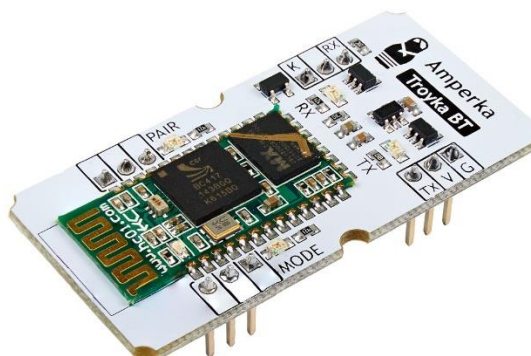


Рисунок 10 Беспроводной модуль Bluetooth HC-05 [13].

Wi-Fi модуль ESP8266

Модуль на чипсете ESP8266 — это простой способ добавить в своё устройство функции беспроводной связи через Wi-Fi.

Его можно использовать, чтобы управлять устройством дистанционно или чтобы снимать показания с сенсоров через интернет. Можно подключить свой гаджет к социальным сетям или реагировать на данные, которые получены через API от веб-сервисов.

В семействе модулей ESP8266 есть много разновидностей. Представленный модуль обладает антенной встроенной на плату, а на ножки дополнительно выведены 2 GPIO-порта свободного назначения.

Более того, модуль можно перепрошивать. Реакция на AT-команды — это просто функция штатной прошивки, устанавливаемой на заводе. А вы можете написать свою собственную, если того требует проект. Поскольку на модуле есть 2 порта ввода-вывода общего назначения, можно обойтись вовсе без управляющей платы: просто подключив периферию непосредственно к ним.

Характеристики

- Беспроводной интерфейс: Wi-Fi 802.11 b/g/n 2,4 ГГц
- Режимы: P2P (клиент), soft-AP (точка доступа)
- Максимальная выходная мощность: 19,5 дБ·мВт (89 мВт)

- Номинальное напряжение: 3,3 В
- Максимальный потребляемый ток: 220 мА
- Портов ввода-вывода свободного назначения: 2
- Частота процессора: 80 МГц
- Объём памяти для кода: 64 КБ
- Объём оперативной памяти: 96 КБ
- Габариты: 21×13 мм

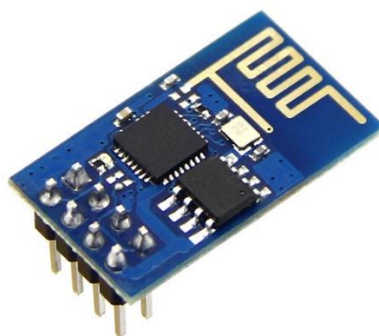


Рисунок 11 Беспроводной Wi-Fi модуль ESP8266. [14]

Радиомодуль nRF24L01+

Недорогие и быстрые радио-трансиверы для передачи данных ваших устройств между собой.

Эти приёмопередатчики помогут организовать беспроводной опрос датчиков, или отправку команд к исполнительным устройствам в умном доме. На их основе можно построить систему радиоуправления роботом. Благодаря высокой скорости передачи информации, через эти радиопередатчики можно достаточно быстро передавать оцифрованный звук, или изображения. Поэтому на его основе можно собрать даже портативные радиопередатчики для общения голосом.

Модуль поддерживает работу со скоростью 250 Кбит/с, 1 Мбит/сек или 2 Мбит/с, и может работать на 126 независимых каналах, поэтому сразу несколько устройств могут синхронизироваться между собой не мешая друг

другу. Для передачи данных используется собственный, проприетарный протокол.

Такие модули больше подходят для соединений типа «точка-точка», и каналы передачи данных никак не защищены.

Характеристики

- Напряжение питания: 3.3 В
- Максимальное входное напряжение логической единицы: 5 В
- Выходное напряжение логической единицы: 3,3 В
- Скорость передачи данных: 250–2000 Кбит/сек
- Дальность связи при прямой видимости: до 100 м

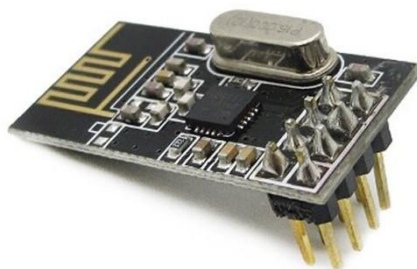


Рисунок 12 Беспроводной Радиомодуль nRF24L01+. [15]

ИК-передатчик

Используя модуль с ИК-приёмником, можно организовать дистанционное управление устройством при помощи обычного пульта дистанционного управления от бытовой техники. А если использовать этот приёмник вместе с инфракрасным светодиодом, то можно организовать дешёвую беспроводную двустороннюю полудуплексную связь между двумя устройствами через UART.

Выходным результатом работы сенсора является цифровой сигнал.

Приёмник подключается к управляющей электронике через 3 провода.

Приёмник может быть использован для получения и декодирования сигнала от обычных пультов бытовой техники.

Несущая частота этого ИК-приёмника — 38 кГц. Несущая частота ИК-приёмника и пульта управления должны совпадать.

При использовании ИК-приёмника в качестве беспроводного UART-интерфейса, нужно иметь ввиду, что с помощью ИК-приёмника можно принимать только небольшие порции данных со скоростью не более 1200 бит в секунду.

Характеристики

- Несущая частота приёмника: 38 кГц
- Напряжение питания: от 2,5 до 5,5 В
- Габариты: 25,4×25,4 мм

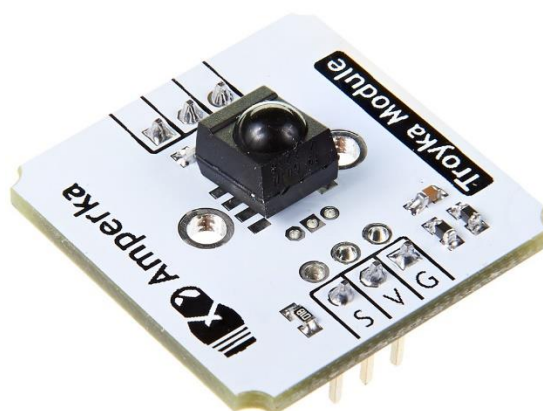


Рисунок 13 Беспроводной ИК-передатчик. [16]

3.4 Датчики давления

Существуют различные типы датчиков давления, которые сегодня доступны на рынке для использования в промышленности. Каждый из них имеет преимущества в определенных ситуациях [17].

3.4.1 Критерии подбора датчика

Для того чтобы контролируемая давлением система работала правильно и эффективно, важно, чтобы используемый датчик давления мог давать точные показания по мере необходимости и в течение длительного

периода времени без необходимости ремонта или замены в условиях работы системы. Существует несколько факторов, влияющих на пригодность конкретного датчика давления для конкретного процесса.

Основные это:

- характеристики используемых веществ в среде которых будет использоваться устройство;
- условия окружающей среды;
- диапазон давлений;
- уровень точности и чувствительности, требуемые в процессе измерения. [18]

3.4.2 Диапазон давлений

Большинство процессов работают в определенном диапазоне давлений. Поскольку определенные датчики давления работают оптимально в определенных диапазонах давления, существует необходимость выбрать устройства, способные функционировать в диапазоне, установленном процессом [19].

3.4.3 Методы измерения давления

Существует несколько наиболее часто используемых методов измерения давления. Эти методы включают в себя визуальный замер высоты жидкости в колонне, метод упругой деформации и электрические методы.

3.4.4 Упругая деформация

Этот метод измерения давления основан на принципе, который гласит, что степень деформации упругого материала прямо пропорциональна прикладываемому давлению. Для данного метода, в основном, используются три типа датчиков: трубки Бурдона, диафрагмы и сильфоны. Электрические методы [20].

3.4.5 Электрические методы

Электрические методы, используемые для измерения давления основаны на принципе, основывающемся на том, что изменение размера влияет на электрическое сопротивление проводника. Устройства, использующие для измерения давления изменение сопротивления называют тензодатчиками. Также существуют и другие электрические датчики, например емкостные, индуктивные, магнетосопротивления (Холла), потенциометрические, пьезометрические и пьезорезистивные преобразователи [21].

3.4.6 Типы датчиков

Существует множество различных датчиков давления являющихся наиболее подходящими для конкретного процесса, но их обычно можно разделить на несколько категорий, а именно: упругие датчики, электрические преобразователи, датчики дифференциального давления и датчики давления вакуума. Ниже представлены категории, каждая из которых содержит

уникальные внутренние компоненты более подходящие под использование в конкретной ситуации [22].

3.4.7 Электрические датчики

Сегодня датчики не только обязательно подключаются к стрелочным указателям, для отображения давления, но также могут служить для преобразования давления в электрический или пневматический сигнал, который может быть передан в диспетчерскую в которой производится считывание и определение давления. Электрические датчики принимают данные полученные механическое воздействие от упругого датчика и включают в себя электрический компонент, таким образом, усиливая чувствительность и увеличивая сферы применения датчиков. Существуют такие типы датчиков давления: емкостной, индуктивный, датчик магнетосопротивления (датчик Холла), пьезоэлектрический, тензодатчик, виброэлемент, и потенциометрический тип датчика [23].

3.4.8 Емкостные датчики

Емкостной датчик состоит из параллельных пластин - конденсаторов, соединенных с диафрагмой, которая обычно металлическая и подвергается давлению сил участвующих в процессе с одной стороны и опорным давлением на другой стороне. Электроды прикреплены к мембране и получают питание от генератора высокой частоты. Электроды ощущают любое перемещение диафрагмы и это влияет на изменение емкости пластин-конденсаторов. Изменение емкости обнаруживается подсоединенной электрической цепью, которая выводит напряжение в соответствии с

изменением давления. Данный тип датчика может работать в диапазоне от 2,5 Па - 70 МПа с чувствительностью 0,07 МПа.

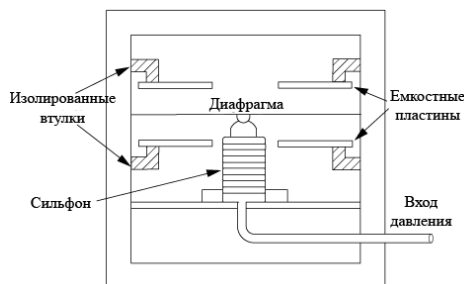


Рисунок 14 Пример емкостного датчика давления [24].

3.4.9 Индуктивный датчик давления

Индуктивные датчики давления в сочетании с диафрагмой или трубкой Бурдона. Ферромагнитный сердечник прикреплен к упругому элементу и имеет первичную и две вторичные обмотки. Ток подается на первичную обмотку. Когда сердечник по центру то то же напряжение будет индуцироваться к двум вторичными обмотками. Когда сердечник перемещается под влиянием давления, отношение напряжения между двумя вторичными обмотками изменяется. Разность напряжений пропорциональна изменению давления.

Для этого вида датчика давления, принимая камеру 1 в качестве эталонной камеры с опорным давлением P_1 подающегося и катушку заряжаемую эталонным током. Когда давление в других камерах изменяется, диафрагма движется и индуцирует ток в другой катушке, который измеряется и выражает измеренное значение тока в единицах давления.

Такие датчики могут быть использованы с любым упругим элементом. Чтение значения создаваемого давления, будет определяться калибровкой напряжения. Таким образом, диапазон давления, в котором

может быть использован этот датчик определяется относительно упругого элемента, но лежит в диапазоне от 250 Па - 70 МПа.

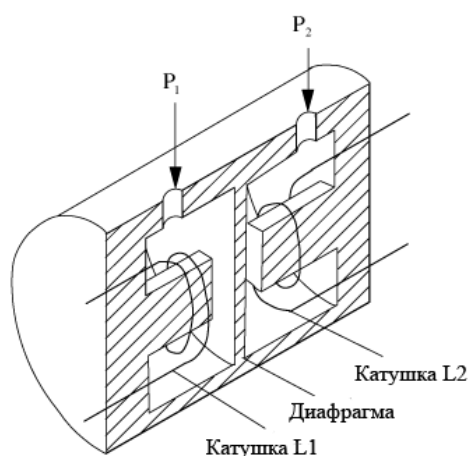


Рисунок 15 Пример индуктивного датчика давления с использованием диафрагмы.

Датчики давления, основанные на принципе магнетосопротивления, также имеют ферромагнитный сердечник. При изменении давления, гибкий элемент перемещает ферромагнитную пластину, что приводит к изменению магнитного потока цепи, которое может быть измерено. Ситуации, в которых можно было бы использовать электрический элемент это ситуация, в которой индуктивный датчик не генерирует достаточно точное измерение.

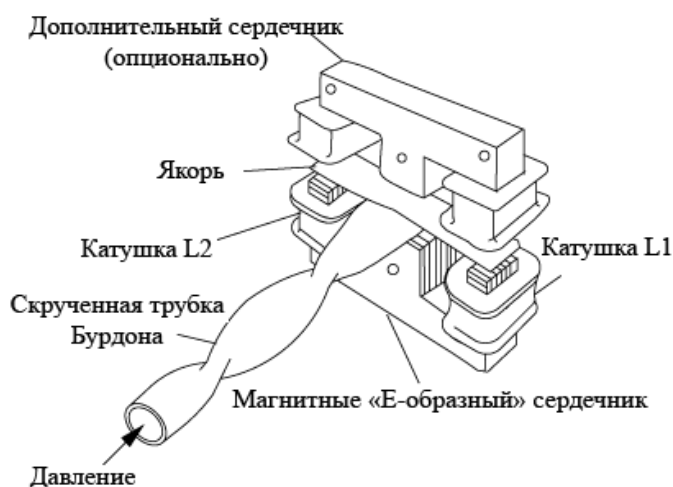


Рисунок 16 Пример датчика давления на основе измерения магнетосопротивления [25].

3.4.10 Пьезоэлектрические датчики

Пьезоэлектрические датчики используют датчик - кристалл. Когда давление прикладывается к кристаллу, он деформируется и создается небольшой электрический заряд. Измерение электрического заряда пропорционально изменению давления. Этот тип датчика имеет очень быстрое время отклика на постоянные изменения давления. Подобно датчику давления основанного на принципе измерения магнетосопротивления, пьезоэлектрический элемент очень чувствителен, но реагирует гораздо быстрее. Таким образом, если время имеет существенное значение, пьезоэлектрический датчик будет приоритетный к использованию. Диапазон давления датчиков такого типа составляет 0,021 - 100 МПа с чувствительностью 0,1 МПа.

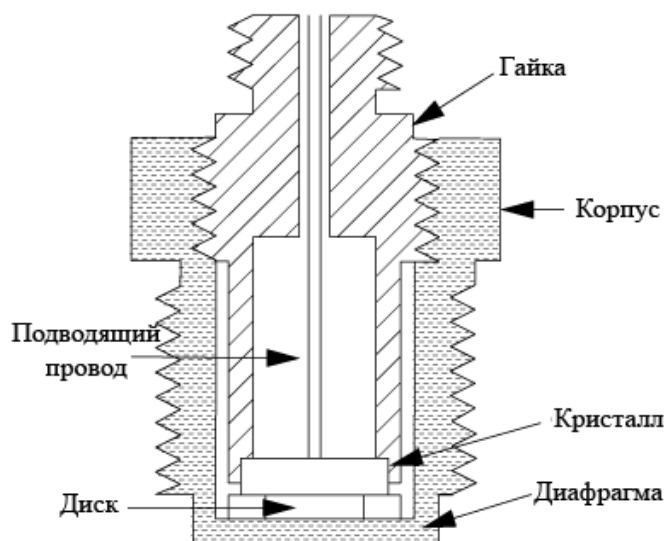


Рисунок 17 Пример пьезоэлектрического датчика давления [26].

3.4.11 Потенциометрические датчики

Потенциометрические датчики имеют рычаг, механически прикрепленный к упругому датчику давления. При изменении давления, деформируется упругий элемент, в результате чего заставляет рычаг двигаться вперед или назад по потенциометру и таким образом снимаются показания сопротивления. Эти чувствительные элементы принадлежат оптимальному рабочему диапазону, но ограничены многими факторами. Таким образом, они являются датчиками нижнего уровня, которые не используются слишком часто. При низкой чувствительности и рабочем диапазоне, они могут лучше всего подойти в качестве дешевого детектора давая грубую оценку. Диапазон давления 0,035 - 70 МПа с чувствительностью 0,07 - 0,35 МПа.

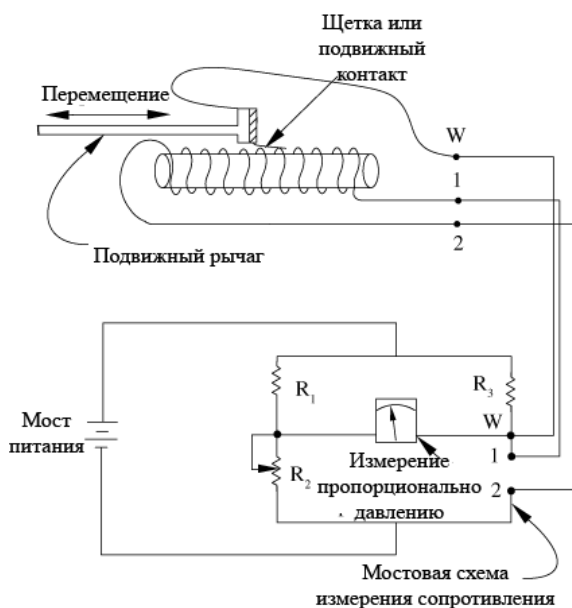


Рисунок 18 Пример потенциометрического датчика давления [27].

3.4.12 Тензометрический датчик

Тензометрический датчик обнаруживает изменения давления путем измерения изменения сопротивления мостовой схемы Уитстона. В общем, эта схема используется для определения неизвестного электрического сопротивления, уравновешивая две секции мостовой схемы, так что бы отношение сопротивлений в одной секции было таким же, как и в другой секции, возвращая ноль, в гальванометре в центральной ветви. Одна из секций содержит неизвестный компонент, сопротивление которого должно быть определено, тогда как другая секция содержит резистор с известным сопротивлением, которое можно регулировать.

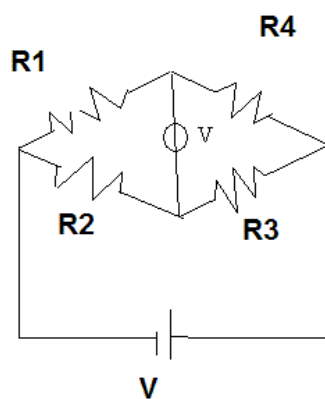


Рисунок 19 Схема моста Уитстона [28].

Тензодатчик помещает чувствительные элементы на каждом из резисторов и измеряет изменение сопротивления каждого резистора под действием изменения давления. Изменение давления будет либо удлинять, либо сжимать проводник, следовательно, датчик сжатия необходимо на одном резисторе, а датчик удлинения на другом. Чтобы контролировать воздействие температуры (проволока будет также либо удлиняться, либо сжиматься из-за изменения температуры), свободный датчик нужно разместить на остальных двух резисторах. Эти датчики часто являются

одним из типов полупроводника (N-тип или p-тип). Таким образом, чувствительность таких датчиков значительно больше, чем чувствительность их металлических аналогов, однако с большей чувствительностью приходит более узкий функциональный диапазон: температура должна оставаться постоянной, чтобы получить действительное значение. Эти датчики сильно зависят от изменений температуры (в отличие от других типов электрических компонентов). Диапазон давления 0 - 1400 МПа с чувствительностью 1,4 - 3.5 Мпа [29].

3.4.13 Виброэлемент

Вибрационные датчики давления функционируют посредством измерения изменения резонансной частоты вибрирующих элементов. Ток проходит через провода, индуцируя электродвижущую силу в проводе. Затем усилие увеличивается, что вызывает колебание проволоки. Давление влияет на этот механизм, с помощью влияния на сам провод: повышение давления уменьшает напряжение в проводе и, таким образом, снижает угловую частоту колебаний провода. При измерении абсолютных давлений, датчик размещен в цилиндре под вакуумом. Эти датчики измерения абсолютного давления являются очень эффективными: они производят повторяемые результаты и слабо подвержены влиянию температуры. Им не хватает чувствительности в процессе измерения, тем не менее, таким образом, они не очень подходят для процесса, в котором необходимо отслеживать кратковременные изменения давления. Диапазон давления: 0,0035 - 0,3 МПа с чувствительностью 1E-5 МПа.

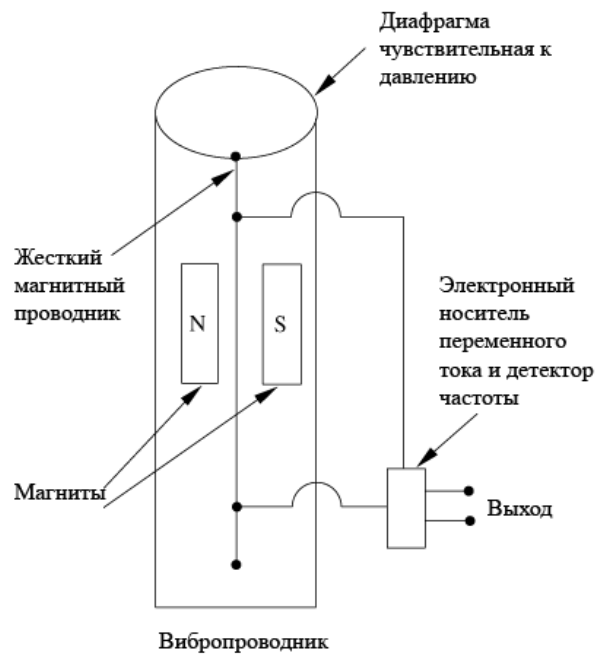


Рисунок 20 Вибрационный датчик давления.

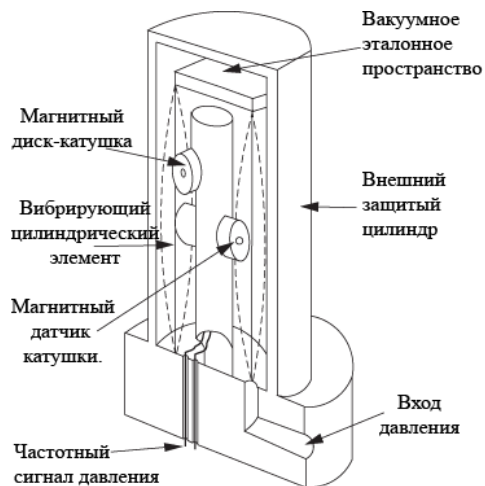


Рисунок 21 Вибрационный датчик давления в цилиндре (для абсолютного давления) [30]

3.4.14 Резистор давления

Этот резистор меняет своё сопротивление в зависимости от силы, приложенной к диску. Чем больше давление, тем меньше сопротивление. Без давления сопротивление составляет более 1 МОм. Резистор способен зафиксировать вес от 100 г до 10 кг.

На его основе очень просто создать схему, которая бы поставляла данные о силе нажатия в виде аналогового сигнала на управляющую электронику, такую как Arduino.

Точность этого резистора не велика: её достаточно для фиксирования факта давления и его примерного уровня, но для сборки электронных весов он не подойдёт.



Рисунок 22 Пример резистора давления [31].

3.4.15 Резистор изгиба

Резистор изгиба меняет своё сопротивление в зависимости от уровня изгиба металлических секций внутри него. Пока он не изогнут, сопротивление находится у минимума в 25 кОм. По мере изгибания сопротивление растёт вплоть до 125 кОм.

Контакты резистора расположены на расстоянии 2,54 мм друг от друга. Обратная сторона диска сделана из материала, который позволяет легко приклеить сенсор к поверхности.

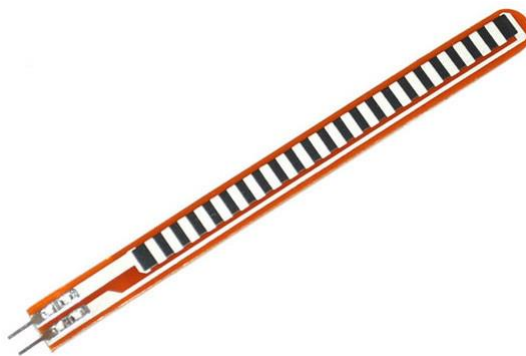


Рисунок 23 Пример резистора изгиба. [32]

При сборке устройства был выбран сервопривод FS-90. Так как его характеристики соответствуют необходимым требованиям.

Этот микросервопривод позволяет установить и удерживать угол поворота колеса. Привод обладает углом поворота 180° , т.е. может быть установлен в любое положение в пределах полуокружности. Формат «микро» полезен там, где важен размер и вес привода. В комплекте с сервоприводом идёт комплект крепежа и пластиковых качелек.

Привод может быть подключен непосредственно к микроконтроллеру, без силового драйвера. Для этого от него идёт шлейф из трёх проводов:

- красный — питание
- коричневый — земля
- жёлтый — сигнал; подключается к цифровому выходу микроконтроллера

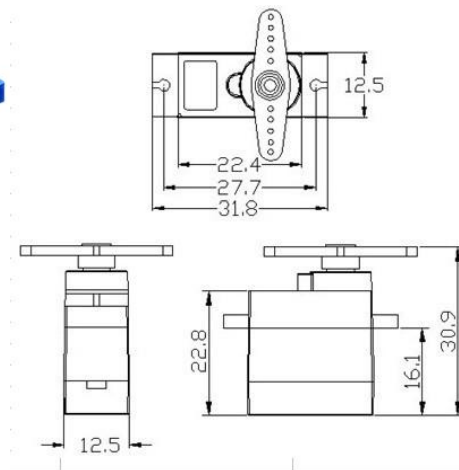


Рисунок 24 Сервопривод FS-90 а так же его габаритный чертеж.

В качестве датчика был выбран тензометрический датчик Aihasd на 2 кг. Так как усилия которое будет прилагаться на датчик не превысит 1-1,5 кг.



Рисунок 25 Тензометрический датчик давления Aihasd.

Связь между выбранными элементами установлена по проводам.

3.5 Конструкция механизма для регулировки

Конструкция состоит из двух прижимных устройств - которые прижимаются к стенкам аппарата, вала – вдоль которого будет перемещаться установленное на нем крепление для сервопривода

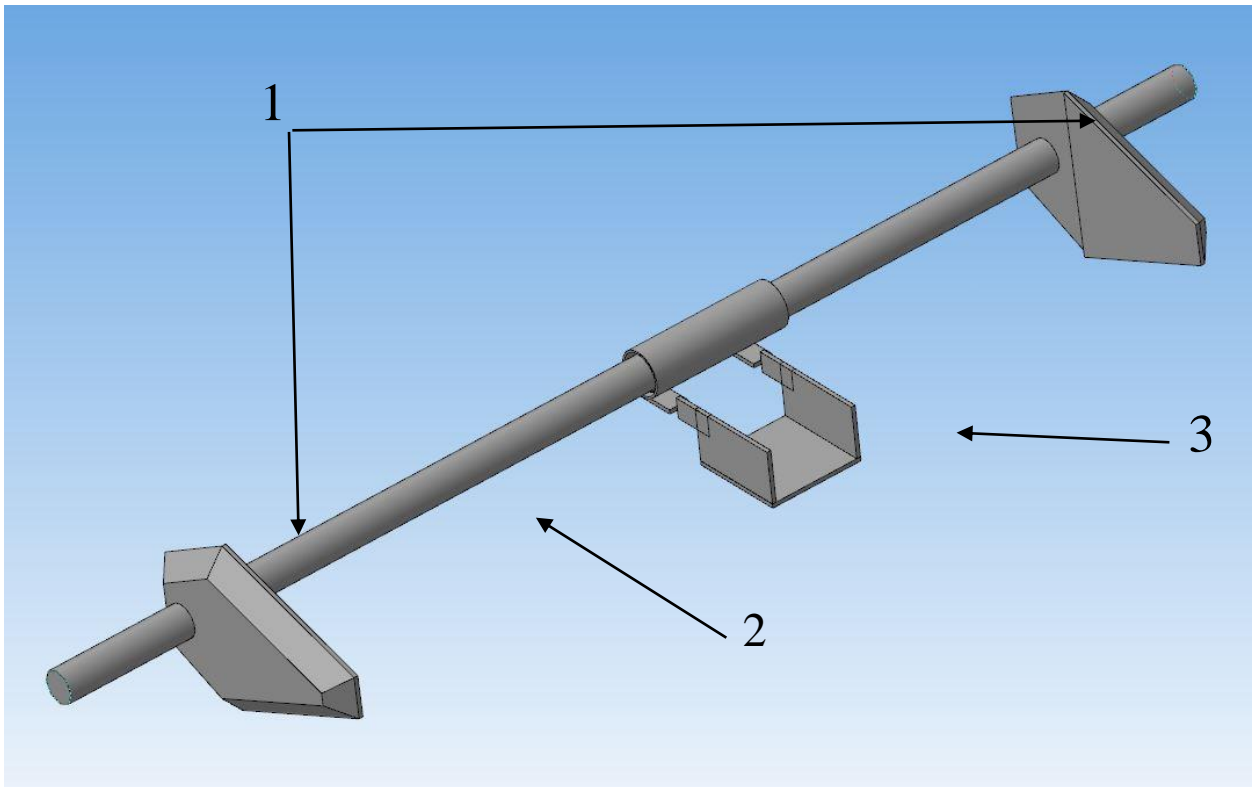


Рисунок 26 Конструкция механизма для регулировки: 1- прижимы к корпусу; 2 – вал; 3 – крепление сервопривода.

Так же к преимуществам конструкции можно отнести возможность крепить ее к внешним стенкам аппарата, таким образом, что это никак не повлияет на гарантию, и не нанесет повреждений.

3.6 Сварочная горелка для полуавтоматической сварки.

Сварочные горелки для полуавтоматов должны быть удобны в работе, чтобы уменьшить общую утомляемость сварщика, обеспечивать безопасность работ и снизить шанс травм, связанных с большими температурами во время сварки.

Горелка для сварочного полуавтомата имеет прямое влияние на комфорт сварщика во время работы. Такие факторы как ручка и кабель вносят свой вклад в вес горелки и её маневренность. Другой фактор, такой

как защита от теплового воздействия имеет важное влияние на безопасность сварочных работ.

Разрабатываемое устройство будет иметь незначительный вес. Конечно, при работе на высоте важен каждый грамм, но малый перевес вполне компенсирован удобством дистанционного регулирования тока самим сварщиком.

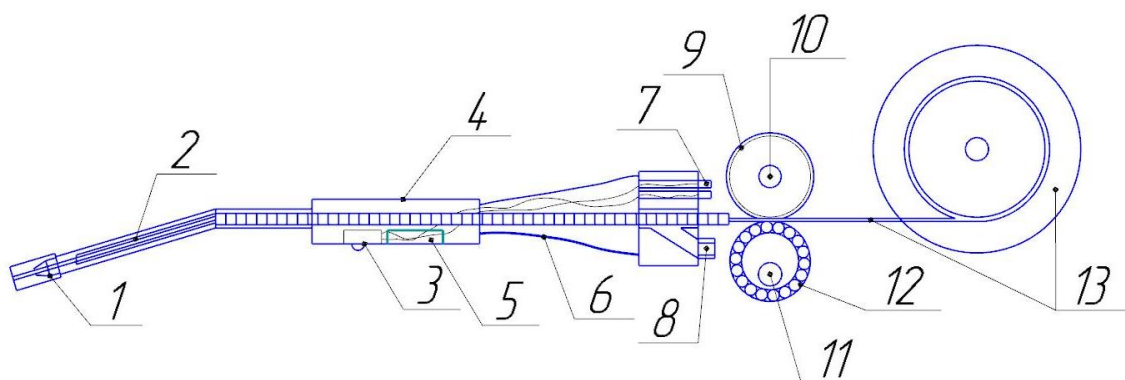


Рисунок 27 Эскиз модифицированной сварочной горелки: 1 - медная (латунная) направляющая проволоки; 2 - спиральная металлическая "рубашка"; 3 - кнопка "Пуск"; 4 – рукоять; 5 – элемент управления (кнопка или датчик); 6 – шланг; 7 - контакты кнопки; 8 - газовый штуцер; 9 – проточка; 10 - ось двигателя; 11 - эксцентрическая ось; 12 – подшипник; 13 - проволока и бобина.

4. Результаты исследований

4.1 Методика проведения эксперимента

1 Собрать образцы с переменным зазором от 1 до 3 мм (2) и от 0 до 4 мм (2)

2 Произвести сварку с изменением силы тока от 85 – до 105 А.

3 Произвести сварку с изменением скорости подачи сварочной проволоки от 19 – до 21 м/м.

В лаборатории 3 корпуса ЮТИ ТПУ были подготовлены 4 образца, с переменным зазором. 2 образца с зазором от 1 до 3 мм. и 2 образца с зазором от 0 до 4 мм. Прихвачены по краям. Толщина пластин 5 мм., длина 90 мм.



Рисунок 28 Подготовленные образцы.

4.2 Результаты эксперимента

На 4 образцах произвели сварку в горизонтальном положении на весу.

В первом эксперименте произвели сварку без изменения и с изменением силы тока:

Для первого образца выставили среднее значение выбранного диапазона тока (95 А) и произвели сварку. В результате произошло вытекание металла на участке длиной 18 мм., в месте где диапазон зазора составил 2.3 – 3.2 мм.

Для второго образца выставили ток минимального выбранного значения (85 А) и плавно повышали до максимального выбранного (105 А). В результате получили равномерное проплавление длиной на участке длиной 40 мм.

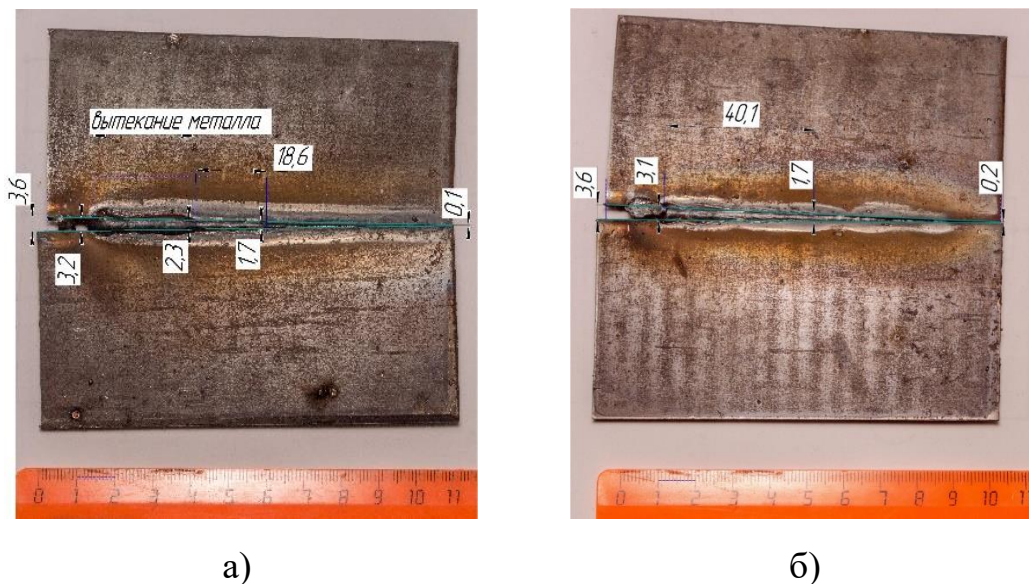
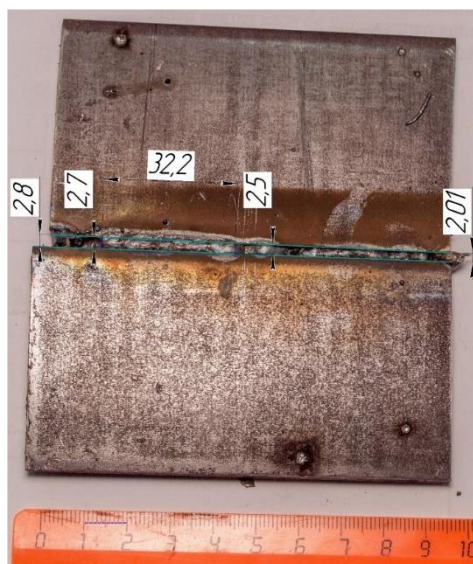


Рисунок 29 Внешний вид образцов: а) Первый образец; б) Второй образец.

Во втором эксперименте произвели сварку без изменения и с изменением скорости подачи сварочной проволоки:

Для третьего образца выставили скорость подачи проволоки 21 м/мин. и произвели сварку. В результате получили неравномерное проплавление длиной 32 мм. на участке с диапазоном зазора от 2.5 до 2.7 мм.

Для четвертого образца выставили скорость 19 м/м. и увеличивали в процессе сварки до 21 м/мин. В результате получили равномерное проплавление длиной 40 мм. на участке с диапазоном зазора от 2 до 3 мм.



в)



г)

Рисунок 30 Внешний вид образцов: в) Третий образец; г) Четвертый образец.

Проанализировав результаты, был сделан вывод что при использовании устройства процесс эффективнее так как обеспечивает равномерный провар по длине с изменяющимся расстоянием зазора.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Непровар (неполный провар) - несплавление основного металла по всей длине шва или на участке, возникающее вследствие неспособности расплавленного металла проникнуть в корень соединения или местное нарушение сплавления между свариваемыми элементами, между металлом шва и основным металлом или между отдельными слоями шва при многослойной сварке.

В результате непровара снижается сечение шва и возникает местная концентрация напряжений, что в конечном итоге снижает прочность сварного соединения. При вибрационных нагрузках даже мелкие непровары могут снижать прочность соединения до 40%. Большие непровары корня шва могут снизить прочность до 70%.

Непровар в корне шва происходит при недостаточной силе тока или при повышенной скорости сварки, непровар кромки шва - при смещении электрода с оси стыка, непровар между слоями - при плохой очистке предыдущих слоев, большом объеме наплавленного металла. Также причина образования непровара - плохая зачистка металла от окалины, ржавчины и загрязнений, малый зазор при сборке, большое притупление, малый угол скоса кромок, недостаточный сварочный ток, большая скорость сварки, смещение электрода от центра стыка [33].

Данное устройство построено на базе микроконтроллера Arduino и сервопривода, что упрощает ввод устройства в промышленность, а так же снижает затраты, необходимые для ввода устройства, т.к. не требуется покупка дорогостоящих ИП.

Сравним экономическую эффективность процесса автоматической сварки в среде защитных газов и процесс автоматической сварки с регулированием силы тока во время сварки.

Сравним технологический процесс сварки соединения С17 толщиной 8 мм и длиной 1 м автоматической сварки в CO₂ и импульсно-дуговой сварки устройством, использующее подогрев проволоки в паузе.

Сварку соединения С17 будет вести в 2 прохода. Расчеты произведем исходя из площади сечения наплавленного металла.

Для начала рассмотрим автоматическую сварку в среде CO₂.

Коэффициент, учитывающий положение и способ сварки:

$$K_d := 0.15 \quad (5.1)$$

Выбирается в зависимости от положения шва и способа сварки

Площадь наплавленного металла для соединения С17 толщиной 8 мм для корня шва

$$F := 10 \text{ мм}^2 \quad (5.2)$$

Диаметр электродной проволоки

$$d_{ep} := K_d \cdot F^{0.625} = 0.633 \quad (5.3)$$

Принимаем наиболее часто используемую проволоку диаметром 1.2 мм.

Зная площадь наплавленного металла и диаметр электродной проволоки находим скорость сварки

$$V := \frac{15.9 \cdot d^2 + 67.4 \cdot d^2}{F} = 11.995 \text{ мм/с.} \quad (5.4)$$

И скорость подачи электродной проволоки

$$V_p := \frac{F \cdot V}{3.14 d^2 \cdot 0.9} = 29.476 \text{ мм/с.} \quad (5.5)$$

Время сварки 1 метра шва

$$T_{sv} := \frac{1000}{V} = 83.367 \text{ с.} \quad (5.6)$$

Находим ток сварки

$$I := d \cdot (\sqrt{1450 \cdot d \cdot V_p + 145150} - 382) = 73.457 \text{ А.} \quad (5.7)$$

И напряжение

$$U := 14 + 0.05 \cdot I = 17.673 \text{ В.} \quad (5.8)$$

Также расход газа

$$q := 3.3 \cdot 10^{-3} \cdot I^{0.75} = 0.083 \text{ л/с.} \quad (5.9)$$

Площадь наплавленного металла для соединения С17 толщиной 8 мм для заполняющего шва:

$$F2 := 40 \text{ мм}^2. \quad (5.10)$$

Диаметр электродной проволоки

$$d_{ep2} := K_d \cdot F2^{0.625} = 1.504 \text{ .} \quad (5.11)$$

Принимаем наиболее часто используемую проволоку диаметром 1.2 мм, которая также применяется и для сварки корня шва.

Зная площадь наплавленного металла и диаметр электродной проволоки находим скорость сварки:

$$V2 := \frac{15.9 d^2 + 67.4 d^2}{F2} = 2.999 \text{ мм/с.} \quad (5.12)$$

И скорость подачи электродной проволоки:

$$V_{p2} := \frac{F2 \cdot V2}{3.14 d^2 \cdot 0.9} = 29.476 \text{ мм/с.} \quad (5.13)$$

Время сварки 1 метра шва:

$$T_{sv2} := \frac{1000}{V2} = 333.467 \text{ с.} \quad (5.14)$$

Находим ток сварки:

$$I2 := d \cdot (\sqrt{1450 \cdot d \cdot V_{p2}} + 145150 - 382) = 73.457 \text{ А.} \quad (5.15)$$

И напряжение:

$$U2 := 14 + 0.05 \cdot I2 = 17.673 \text{ В.} \quad (5.16)$$

Также расход газа:

$$q = 3.3 \cdot 10^{-3} \cdot I^{0.75} = 0.083 \text{ л/с.} \quad (5.17)$$

Общее время сварки:

$$T = T_{sv} + T_{sv2} = 416.833 \text{ с.} \quad (5.18)$$

Объем наплавленного металла на 1 м шва равен:

$$V_{nm} := 0.000042 \text{ м}^3. \quad (5.19)$$

А его масса:

$$m := V_{nm} \cdot 7800 = 0.328 \text{ кг}. \quad (5.20)$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле:

$$C_{в.с} = g_{п.с.} \cdot k_{р.п.с.} \cdot \Pi_{п.с.}, \text{ руб/ на 1 погонный м шва}, \quad (5.21)$$

где $g_{п.с.}$ – масса наплавленного металла электродной проволоки, кг,

$g_{п.с.} = 0,328 \text{ кг}$;

$k_{р.п.с.}$ – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки,

$k_{р.п.с.} = 1,08$;

$\Pi_{п.с.} = 480 \text{ руб/кг}$ – стоимость сварочной проволоки, руб/кг по данным на 01.05.2018.

$$C_{в.с.} = 0,328 \cdot 1,08 \cdot 480 = 170,04 \text{ руб/ на 1 погонный м шва}.$$

Затраты на защитный газ определяем по формуле:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot k_{т.п.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./ на 1 погонный м шва}, \quad (5.22)$$

где $g_{з.г.}$ – расход защитного газа, $\text{м}^3/\text{ч}$, $g_{з.г.} = 0,83 \text{ м}^3/\text{ч}$;

$k_{т.п.}$ – коэффициент, учитывающий тип производства $k_{т.п.} = 1,15$;

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость СО, руб./л, $\Pi_{г.з.} = 13,90 \text{ руб./л}$;

T_o – основное время сварки, ч., $T_o = 0,023 \text{ ч}$

$$C_{з.г.} = 0,83 \cdot 1,15 \cdot 13,90 \cdot 0,023 = 3,05 \text{ руб/ на 1 погонный м шва}.$$

$$C_{эл} = \frac{N_{ц} \cdot K_H K_{вр} \cdot K_{од} \cdot K_{\omega}}{\eta} \cdot \Pi_{э} \cdot \frac{T}{60}, \quad (5.23)$$

где $N_{ц}$ – мощность аппарата, кВт.

$$N_{ц} = 34 \text{ кВт};$$

K_H , $K_{вр}$ – средние коэффициенты загрузки аппарата по мощности и по времени.

$$K_H = 0,6; K_{вр} = 0,9;$$

K_{ω} - коэффициент, учитывающий потери электроэнергии,

$$K_{\omega} = 1,04;$$

η - КПД оборудования, %; $\eta = 0,82$;

$\Pi_{\text{э}}$ - стоимость электроэнергии, руб/кВт.

На 01.05.2018 г. $\Pi_{\text{э}} = 2,5$ руб/кВт.

Затраты на электроэнергию составят:

$$C_{\text{эл}} = \frac{34 \cdot 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,04}{0,82} \cdot 2,5 \cdot \frac{333,67}{60} = 323,74 \text{ руб/изд.}$$

Общие затраты равны:

$$C = 496.83 \text{ руб/м}$$

Но как показывают эксперименты в данной работе, колебания зазора для обеспечения стабильного провара составляют 0.6 мм при процессе без регулирования сварочного тока. Но даже по госту допускается колебания зазора 1 мм. В реальности же колебания составляют большие величины.

Обычно, во время сварки происходит усадка и стягивание стыка, при котором происходит уменьшение величины зазора. При этом конец сварного шва (порядка 15%) оказывается с непроваром. Еще до 5% непровара оказывается при неправильно подготовленных кромках. Необходимо исправление, заключающееся в выпиливании дефектного участка сварного шва и последующей заварке.

Найдем объем расход материалов на переварку дефектных участков.

Объем наплавленного металла в корне шва составлял на 1 м:

$$V_{\text{nm}1} = 0.0000084 \text{ м}^3$$

С учетом 20% переварки, объем расплавленной проволоки будет равняться:

$$V_{\text{nm}1} = 0.00001 \text{ м}$$

Объем металла 2-х проходов будет равен:

$$V_{\text{nm}} = 0.000042 + 0.0000016 = 0.000044 \text{ м}$$

Масса проволоки будет равна:

$$m:=V_{nm} \cdot 7800=0.343 \text{ кг}$$

Определяем затраты на электродную проволоку:

$$C_{в.с.}=0,343 \cdot 1,08 \cdot 480=177,8 \text{ руб}$$

Затраты на проволоку на 1м сварного шва будут больше на 5%.

Следовательно на 5% возрастут расходы на газ и электроэнергию.

Общий расход будет равен:

$$C=516.7 \text{ руб/м.}$$

Также время сварки корневого шва увеличится на время переварки 20% дефектного участка и на время выпиливания дефекта, которое будет составлять порядка 5 минут.

Время сварки корневого шва будет равно:

$$T_{sv1}+20\%+300\text{с}=400 \text{ с.}$$

Следовательно, время сварки корневого шва будет равно 400 с.

Общее время сварки 1 м шва будет равно:

$$T_{sv}=T_{sv1}+T_{sv2}=400+333=733\text{с.}$$

Время сварки для шва в два прохода будет на 76% больше.

Сварка 4 швов с переваркой дефектов будет равняться по времени сварке 7 швов.

Как мы видим, экономия на расходных материалах составляет всего 5%, но при этом экономия времени будет составлять 76%.

При сварке шва за один проход экономия материалов достигнет 20%, а экономия по времени достигнет 480%.

При этом стоимость устройства равняется стоимости болгарки, которая при работе с данным устройством будет не нужна.

6. Социальная ответственность

6.1 Описание рабочего места

Объектом исследования служит лаборатория кафедры сварочного производства ЮТИ НИ ТПУ г.Юрги. Характеристики лаборатории: длина – 13м, ширина – 6м, высота – 2,5м. Материал стен – кирпич, материал пола и потолка – бетон и бетонные плиты. Количество оконных проемов – 2 и дверных – 1. Лаборатория занимает площадь, равную 78м².

Применялись образцы (пластины) из углеродистой стали 35, источник питания Lorch S series, сварочная проволока Св08Г2С диаметром 1,2 мм.

6.2 Анализ выявленных вредных факторов

В данной лаборатории имеются следующие вредные факторы: малая освещенность; ультрафиолетовое излучение; тепловое (инфракрасное) излучение; повышенное содержание газов, паров и пыли; шум.

6.2.1 Обеспечение требуемого освещения в лаборатории

Основные требования и значения нормируемой освещенности рабочих поверхностей изложены в СНиП 23-05-95 [33].

Исследования показывают, что при хорошем освещении производительность труда повышается примерно на 15 %.

При освещении помещений используют естественное освещение (создаваемое прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода), искусственное освещение (создаваемое электрическими источниками света)

и совмещенное освещение (при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняют искусственным).

К числу источников света, выпускаемых нашей промышленностью, относятся лампы накаливания, люминесцентные лампы и лампы ртутные.

Основными показателями, определяющими выбор светильника при проектировании осветительной установки, следует считать: конструктивное исполнение светильника с учетом условий среды, светораспределение светильника и его экономичность.

Расчет общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняют методом коэффициента использования светового потока [34].

Величина светового потока лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta}, \quad (6.1)$$

где Φ – световой поток каждой из ламп, лм;

E – минимальная освещенность, лк, $E=300$ лк для общего освещения;

k – коэффициент запаса, $k=1,5$ для помещений с малым выделением пыли;

S – площадь помещения, м²;

Z – коэффициент неравномерности освещения, $Z=0,9$ для светильников с люминесцентными лампами;

n – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока, $\eta=47\%$.

Отсюда

$$n = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{\Phi \cdot \eta}. \quad (6.2)$$

Для светильников типа ОД с лампой ЛБ $\Phi=7445$ Лм.

Площадь проектируемого участка составляет 78м².

$$n = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 78 \cdot 0,9}{0,47 \cdot 7445} = 9,08$$

Принимаем количество светильников, равным $n=9$ шт.

Согласно проведенным расчетам, система освещения лаборатории КСП должна состоять из 9 двухламповых светильников типа ОД с люминесцентными лампами ЛБ мощностью 125 Вт, что соответствует количеству светильников в лаборатории [34, 35].

6.2.2 Ультрафиолетовое излучение. Параметры микроклимата

Благоприятные (комфортные) метеорологические условия на производстве являются важным фактором в обеспечении высокой производительности труда и в профилактике заболеваний.

Параметры микроклимата определены в санитарных нормах и правилах СанПиН 2.2.4.548096. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [36].

Параметры микроклимата: температура воздуха; влажность воздуха; скорость движения воздуха в помещениях; барометрическое давление; тепловое (инфракрасное) излучение от нагретых поверхностей.

Все рассмотренные выше параметры микроклимата должны соответствовать действующим санитарно-гигиеническим нормам.

Оптимальные нормы микроклимата следующие:

В холодный и переходный период года:

- температура $17 \div 20$ °С;
- относительная влажность – $60 \div 40$ %;
- скорость движения воздуха – 0,3 м/с.

В теплое время года:

- температура $20 \div 22$ °С;
- относительная влажность – $60 \div 40$ %;

- скорость движения воздуха – 0,4 м/с.

На данный момент в лаборатории фактические параметры микроклимата соответствуют параметрам микроклимата в теплое время года.

Одним из основных мероприятий по оптимизации параметров микроклимата является обеспечение надлежащего воздухообмена.

6.2.3 Повышенное содержание газов, паров и пыли

Для уменьшения воздействия повышенного содержания вредных газов, паров и пыли в лаборатории проведена местная и общеобменная вентиляция.

Преимущество местной вентиляции в том, что отсос минимальных объёмов воздуха с большим содержанием вредных примесей в нём предупреждает загрязнение воздуха всего помещения. Скорость отсасывания воздуха – 0,5 ÷ 0,7 м/с. Местный отсос представляет собой вытяжной зонтик с гибким воздухоотводом. Перед выбросом воздуха в атмосферу применяют очистку его от пыли, для чего используют масляные фильтры с эффективностью очистки 95 ÷ 98 % [36].

6.2.4 Шум

От негативного воздействия шума, которое снижает внимание, уменьшает быстроту реакции, нарушает обмен веществ и увеличивает вероятность профзаболевания, в лаборатории имеются звукоизолирующие ограждения, акустические экраны, а также противошумные наушники [36].

6.3 Анализ выявленных опасных факторов

В данной лаборатории имеются следующие травмоопасные факторы: электрический ток; разбрызгивание расплавленного металла.

6.3.1 Разработка методов защиты от опасных факторов

Нормативными документами по защите от поражения электротоком при проведении электросварочных работ являются «Правила устройства электроустановок», «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Инструкция по выполнению сетей заземления электроустановок». Все помещения делятся по степени опасности поражения людей электрическим током на три класса:

- I - без повышенной опасности ;
- II - с повышенной опасностью;
- III - особо опасные.

ГОСТ 12.3.003-75 «Работы электросварочные. Общие требования безопасности» определяет следующий перечень основных видов средств защиты от поражения электрическим током: устройства оградительные, автоматического контроля и сигнализации, защитного заземления и зануления, автоматического отключения, выравнивания потенциалов и понижения напряжения, дистанционного управления; изолирующие устройства и покрытия; предохранительные устройства; знаки безопасности [36].

Для предотвращения ожогов от разбрызгивания расплавленного металла, имеются средства индивидуальной защиты, представленные в таблице 6.1.

Таблица 6.1– Средства индивидуальной защиты

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика типа НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

6.4 Охрана окружающей среды

Охрана воздушного бассейна. Очистка загрязнённого воздуха и отходящих газов, образуемых при технологических процессах и выбрасываемых в атмосферу, от содержащихся в них вредных твёрдых, жидких и газообразных примесей является основным способом охраны воздушного бассейна от загрязнения.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся в лаборатории, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого используют масляные фильтры. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95÷98 %.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ рабочей зоны [37].

В лаборатории основными отходами являются отходы твердых материалов. Существует два пути утилизации металлических отходов: с переплавом и без переплава. В случае утилизации без переплава отпадает необходимость в переработке, но происходит загрязнение почв и растёт площадь свалок, выделяемых для сброса отходов производства.

При способе с переплавом отходы металла переплавляются и появляется возможность использования отходов в дальнейшем производстве. Это приводит к повышению эффективности производства, а также снижается уровень загрязнения окружающей среды, так как не требуется выделять площади под свалки, а металл используется практически стопроцентно.

Очевидно, что для утилизации промышленных металлических отходов рациональнее применять метод утилизации производственных металлических отходов с переплавом, как наиболее выгодный в экономическом и экологическом плане [37].

6.5 Защита в чрезвычайной ситуации

Порядок подготовки населения в области защиты от ЧС утвержден постановлением Правительства РФ от 24.07.95г. №738.

В настоящее время существует два основных направления ликвидации вероятности возникновения и последствий ЧС на промышленных объектах.

Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала современных технических систем.

Второе направление заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб ГО и населения к действиям в условиях

ЧС. Основой этого направления является формирование планов действий в ЧС.

Документом, в котором отражены характер и масштабы опасностей на конкретном промышленном объекте и выработанные мероприятия по обеспечению промышленной безопасности и готовности к действиям в техногенных ЧС, является декларация безопасности промышленного объекта, которая разрабатывается организацией собственными силами и включает: общую информацию об объекте; анализ опасности промышленного объекта; обеспечение готовности промышленного объекта к локализации и ликвидации ЧС; информирование общественности; ситуационный план объекта [37].

Пожарная безопасность предусматривает такое состояние объекта, при котором исключалось бы возникновение пожара, а в случае его возникновения предотвращалось бы воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивалась защита материальных ценностей.

В лаборатории применяют следующие средства тушения пожара:

- огнетушитель углекислотный ОУ-2 для тушения лакокрасочных материалов и электрооборудования под напряжением (до 1000 В)– 1шт.;
- песок (в ящике) для тушения электроустановок под напряжением.

6.6 Заключение по разделу

В результате работы были выявлены недостатки, имеющиеся в лаборатории сварки кафедры сварочного производства:

- 1) В лаборатории сварки лампы накаливания старого образца шумят, в связи с этим предлагаю заменить старые лампы накаливания на новые;
- 2) Вместо вытяжного шкафа использовать вытяжной зонд - готовое решение вопроса фильтрации воздуха в лаборатории. Система может быть оснащена сепаратором для удаления дыма и крупнодисперсной пыли.

Заключение

В ходе выпускной квалификационной работы были рассмотрены и проанализированы имеющиеся устройства дистанционного регулирования сварочного тока;

Спроектировано устройство дистанционного регулирования с учетом недостатков.

Определена эффективность разработанного устройства, установлено что, регулятор позволит без особых затрат доработать любой источник питания как для механизированной, так и для ручной дуговой сварки;

Оценена производительность устройства, установлено что дистанционная регулировка сварочного тока облегчит наложения сварных швов в различных пространственных положениях, так же регулятор позволит сварщикам реагировать на изменение условий сварки (к примеру зазора) без прерывания процесса сварки.

Так же была рассчитана экономическая эффективность устройства на один погонный метр сварного шва, описана экономия времени и материалов.

Устройство удобно для работ в полевых условиях, на высоте, при сварке материалов разных толщин или с переменным зазором. Оно позволит работать без перерывов, и даст возможность настроить ток точнее. При сварке материалов разных толщин выбирают средний ток, так что бы обеспечить провар пластины большей толщины, но при этом для пластины меньшей толщины его может быть много. С данным устройством можно тоньше отрегулировать ток, например выставив больший ток, для провара пластины большей толщины, а после нажимая на датчик уменьшить ток для провара пластины меньшей толщины, таким образом будет получен качественный и равномерный шов. Так же это уменьшит возможность появления таких дефектов как прожоги.

Так же кнопку можно подключить к конструкции посредством беспроводной связи, такой как Bluetooth или Wifi. Что позволит работать на расстоянии без перебоев. Так же это будет более практично, так как отсутствие кабелей и проводов минимизирует повреждения и повысит безопасность.

Список литературы:

1. Регулирование силы сварочного тока [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://sdamzavas.net> - Дата обращения 07.05.2018
2. Miller [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.millerwelds.com/> - Дата обращения 02.05.2018
3. ESAB [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.esab.ru/ru/ru/products/> - Дата обращения 05.05.2018
4. Lorch [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.lorch.eu/ru/productworld/> - Дата обращения 18.05.2018
5. Амперка [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://amperka.ru/> - Дата обращения 09.05.2018
6. Darxton [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://darxton.ru/> - Дата обращения 13.05.2018
7. Habr [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habr.com/> - Дата обращения 17.05.2018
8. Zelectro [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://zelectro.cc/what_is_serv - Дата обращения 17.05.2018
9. Zetek [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.servosystem.ru/> - Дата обращения 19.05.2018
10. Сервотехника-Нева [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.servotechnica.spb.ru> - Дата обращения 20.05.2018
11. ArduinoMaster [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://arduinomaster.ru/> - Дата обращения 21.05.2018
12. Инженерные решения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://engineering-solutions.ru/motorcontrol/stepper/> - Дата обращения 22.05.2018
13. Robot Class [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://robotclass.ru/articles/bluetooth-hc-05-06/> - Дата обращения 23.05.2018

14. Arduino-Kit [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://arduino-kit.ru/>
15. Homes smart [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://homes-smart.ru/index.php/oborudovanie/bez-provodov-2-4-ggts/> - Дата обращения 23.05.2018
16. IArduino [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://iarduino.ru/> - Дата обращения 23.05.2018
17. Kontech-system [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://kontech-system.com.ua/> - Дата обращения 24.05.2018
18. КИП-Сервис[Электронный ресурс] – Режим доступа: http://kipservis.ru/kipia_primenenie/datchiki_davleniya - Дата обращения 25.05.2018
19. BD Sensors RUS [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.bdsensors.ru/> - Дата обращения 25.05.2018
20. ЭлектроТехИнфо [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.eti.su/articles/izmeritelnaya-tehnika/> - Дата обращения 25.05.2018
21. Mind Master [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.mindmeister.com/> - Дата обращения 26.05.2018
22. Electrolibrary [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://electrolibrary.info/> - Дата обращения 26.05.2018
23. Школа для электрика [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://electricalschool.info/> - Дата обращения 28.05.2018
24. ESMA [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://esma-rt.ru/> - Дата обращения 28.05.2018
25. Студопедия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studopedia.org/> - Дата обращения 29.05.2018
26. Baumanki [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://baumanki.net/> - Дата обращения 29.05.2018

27. RusAutomation [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rusautomation.ru> - Дата обращения 01.06.2018
28. Азбука транзисторной техники [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://zpostbox.ru/izmeritelnyi_most - Дата обращения 01.06.2018
29. Автоматизация и электрика [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.asutpp.ru/> - Дата обращения 01.06.2018
30. Allbest [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://knowledge.allbest.ru/> - Дата обращения 01.06.2018
31. Arduino-Diy [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://arduino-diy.com/arduino-rezistivnyy-datchik-davleniya> - Дата обращения 01.06.2018
32. Edusnap [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://edusnab.ru/catalog/sensory/> - Дата обращения 01.06.2018
33. Гришагин В.М., Портола В.А., Фарберов В.Я. Охрана труда, безопасность и экологичность проекта. Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 177с.
34. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Расчеты по обеспечению комфорта и безопасности. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2007. – 155с.
35. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996.
36. Гришанин В.М., Фарберов В.Я. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006-316 с.
37. Ансеров Ю.М. Машиностроение и охрана окружающей среды. – М.: Машиностроение, 1976 – 342с.